

[电动汽车]

充电桩配电系统设计及布置原则探讨

文/首创置业股份有限公司 王一添

发展电动汽车行业是国家新能源战略的重要方向，建设完善的充电设施是实现电动汽车产业化的前提，充电设施的建设与电动汽车的发展相辅相成，相互促进。文章结合国家及地方有关规范，对充电桩的配电系统及充电桩布置原则进行探讨。

不同业态的新建项目停车场充电桩数量设置要求各不相同，设计前应结合当地政策对充电桩的容量及预留条件在施工图明确，充电桩与车位配比、安装到位或预留远期安装条件、快慢充比例、是否要求设置独立充电桩变压器或是由公变、专用变压器提供电源、电价计量的要求以及其他消防及安全上的具体要求做详细了解。以下将从负荷等级、容量计算、配电设计、电能质量及布置方案等方面进行阐述。

充电桩配电系统

1. 负荷等级

充电桩供电的用电等级根据其使用功能考虑，充电桩负荷等级应根据建筑的规模以及重要等级来定义，住宅项目中的充电桩负荷等级为三级，其智能监控后台管理系统可定义为二级负荷，对于充电桩及其监控后台管理系统负荷等级的定义在一些地方标准中给出定义，与上述原则一致。

2. 容量计算

充电设施专用变压器容量计算公式为

$$\Sigma S = K_1 \times K_x \times N_z (N_k \times P_k + N_m \times P_m) / \eta \times \cos \phi$$

式中， ΣS 是变压器总安装容量， $kV \cdot A$ ； K_1 是充电桩同时系数；总桩数 ≤ 50 取 $0.85 \sim 1.0$ ；总桩数 ≥ 50 个以上取 $0.6 \sim 0.7$ ； K_x 是充电桩需要系数，总桩数 ≤ 10 取 $0.8 \sim 1.0$ ， $10 < \text{总桩数} \leq 30$ 取

$0.7 \sim 0.8$ ， $30 < \text{总桩数} \leq 50$ 取 $0.6 \sim 0.7$ ，总桩数 > 50 取 $0.4 \sim 0.6$ ； N_z 是总停车位数量； N_k 是快充充电桩数量； N_m 是慢充充电桩数量； P_k 是快充充电桩功率，参考 $30 kW$ 、 $45 kW$ 、 $60 kW$ 、 $90 kW$ 、 $120 kW$ ； P_m 是慢充充电桩功率，参考值为 $7 kW$ ； η 是变压器负载率（ $0.7 \sim 0.8$ ）； $\cos \phi$ 是功率因数，补偿后按 0.95 计算。

上述公式中给出住宅项目 K_x 建议值供参考，运营充电站、公共建筑中充电桩需要系数取值适当提高，影响 K_x 值的选取跟以下几方面的因素有关：①住宅、公建的充电桩使用率不同，住宅充电桩多在晚上使用。公建充电桩相对白天使用率较高；②电动汽车充电时其充电功率并非等于充电桩的额定功率；③不同型号电动汽车的电池状态、续航里程不同；④快充、慢充使用功能上的差别直接影响 K_x 值。

国标图集《电动汽车充电基础设施设计与安装》中给出电动汽车充电设备的需要系数值可进行参考，设计前同时应对地方有关充电桩标准进行解读，因为对需要系数的影响因素较多，设计过程中结合项目业态和当地电动汽车应用情况，合理选取系数值。

3. 配电系统

充电桩由 $0.4 kV$ 低压系统供电，接地系统为TN-S系统，充电桩尽量在同一防火分区内集中布

置,并靠近上级供配电设备,以缩短供电电缆的距离。充电桩配电箱且位置便于操作,向末端充电设备供电的回路应具有短路、过载保护和剩余电流保护功能,尽量做到三相平衡。对于不要求独立设置充电桩变配电室的项目,慢充负荷可平均分布至各变配电室的变压器,采用定时充电、错峰充电等措施,避免变压器容量过大,削峰填谷,节省投资。对于其他商业、办公、酒店、学校和医院等公共建筑,快充、慢充结合设置,设计时关注快慢充电桩的配比,解决用户补充充电和应急充电的需求。

4. 电能质量

充电设施向公共电网注入的谐波电流和引起公共连接点电压的正弦畸变率,应符合现行国标公共电网谐波的相关规定,电动汽车充电桩的充电过程为非线性的负荷变化过程,充电桩主要的谐波含量为5、7、11次谐波,对电网最主要的电能质量影响即为造成谐波和引起电网功率因数的下降,同时也影响到交流充电桩计量系统的准确性和通信系统的稳定性,对此种影响可采取如下措施:①低压配电系统中考虑设置有源滤波装置,功率因数补充电容器组配置电抗器,或在变

配电室预留有源滤波柜的机位;②专用变压器接线组别为D,yn11,且负载率不高于70%;③单相交流充电桩尽量做到三项平衡。

充电设施的供电电压允许偏差值应符合以下要求:①10(20)kV及以下三相供电的电压偏差不得超过标称电压的 $\pm 7\%$;②220V单相供电的电压偏差不得超过标称电压的 $+7\%$ 、 -10% 。

大量电动汽车无序充电将加重节点电压的偏移,电动汽车渗透率是指接入配电网的电动汽车数量与电网中配有的充电桩总量的比值。其具体计算公式为:电动汽车渗透率=接入电网的电动汽车数量/电网中充电桩总量 $\times 100\%$ 。

根据规模化充电桩接入对城市配电网电压偏差影响的相关研究(如图1所示),可看出不同渗透率下的电压偏差情况,当电动汽车渗透率较低时,节点电压偏差在允许范围以内;当电动汽车渗透率达到50%时,会出现部分末端节点电压偏低现象。设计时应关注电动汽车渗透率,同时综合考虑供电距离在合理的供电半径,供电导线截面选择得当,避免线路过负荷运行,根据电力部门对自然功率因数数值的要求,采取无功补偿措施。

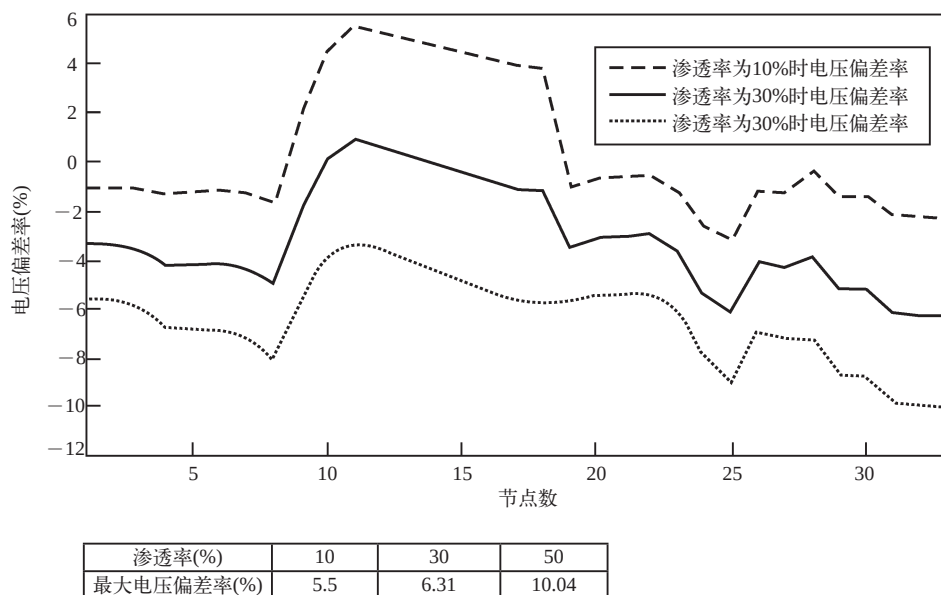


图1 充电桩接入对城市配电网电压偏差

充电桩布置

1. 下车库布置

目前各地区住宅项目地下车库在设计充电桩车位时,如果按充电桩实际安装后的静距离、检

修距离进行布置,将会减少一定的车位数量,目前各地方标准对于住宅项目充电桩的验收要求往往以预留电气条件为主,也有部分地区会要求安装部分充电桩进行验收。在施工图设计时建筑图

样将标注充电桩车位, 往往不会考虑充电桩的安装净距离要求, 以避免车位数量不满足指标。住宅项目设计过程中建议在排布置慢充桩停车位时, 应优先选择靠墙车位、利用车位与墙间隙布

置充电桩, 在车尾处设壁挂式慢充桩, 同时在车位处设置后轮车挡以保障安全, 如图2所示。直流充电桩体积较大, 布置时应提前与相关专业沟通, 需要注意实际操作的安全性和便利性。

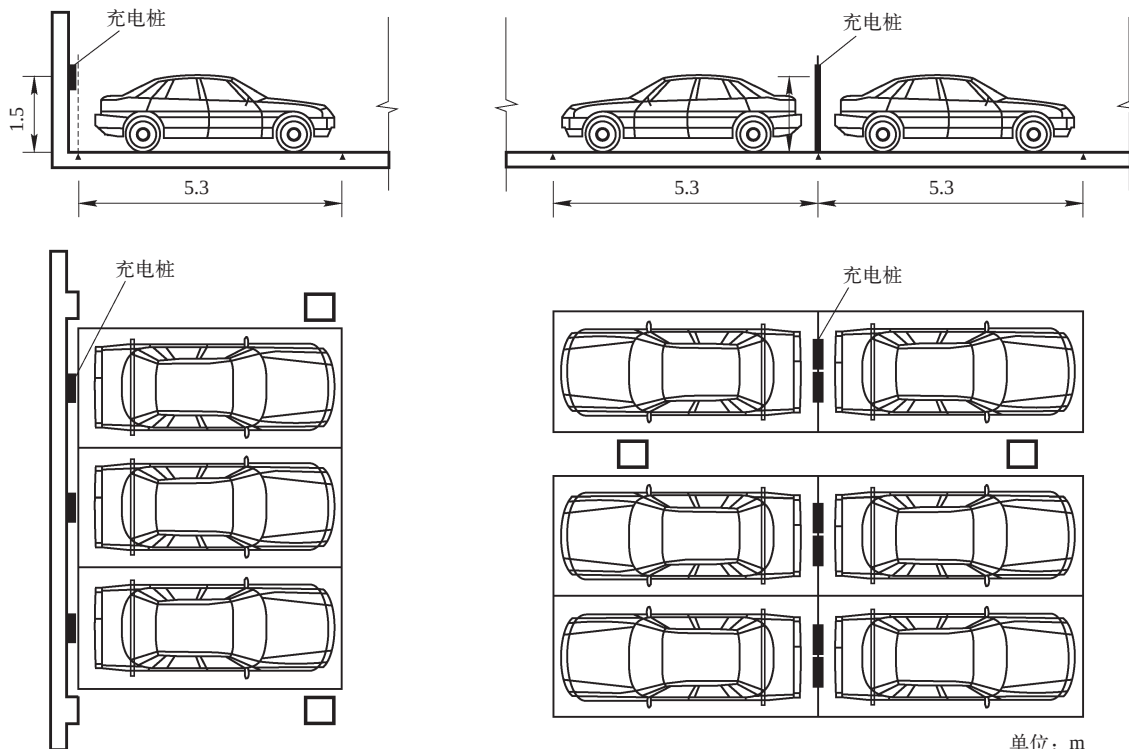


图2 车库充电桩布置示意

2. 室外布置

在室外公共区域设置时, 可结合绿化带设置以减少公共部分占地, 但应注意周围植被及浇灌设施的影响, 快充桩一般功率较大, 宜集中设置并靠近变压器以减少线路损耗, 节省成本。如图3所示。

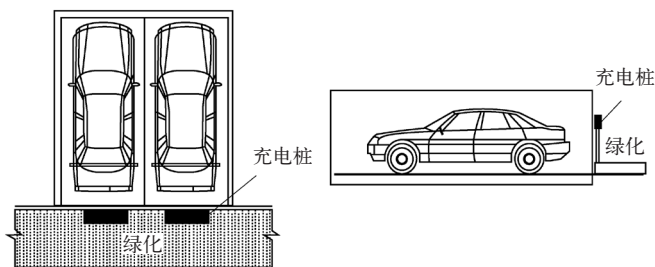


图3 室外布置示意及案例

3. 建筑消防

充电桩的布置与防火单元面积、防火单元分隔的设置直接关系。GB/T 51313《电动汽车分散充电设施工程技术标准》为推荐标准, 各省市对于电动汽车充电桩设置有地方标准, 各地主管部门对于地方标准执行力度均不相同。例如

《广东省标准电动汽车充电基础设施建设技术规程》中明确了地下车库配建充电设施的区域, 防火分区 $\leq 2\ 000\text{ m}^2$ 。地下、高层汽车库的每个防火单元内停车数量应 ≤ 20 辆。《海南省电动汽车充电设施建设技术标准》消防章节中明确了设置在汽车库的充电设施, 不应使用功率大于7 kW的充电设备。因此项目设计前期, 应尽早与当地审图及验收部门沟通, 明确与消防相关的问题。

结束语

充电桩的建设发展对新能源汽车的发展起着重要的作用, 建设高水平的充电桩网络, 需要政府、电网公司和生产商等各方力量参与, 做整体规划布局并完善管理制度, 统一标准。在民用建筑地下车库充电桩电气设计时, 必须先了解当地相关部门的规定, 结合规范进行设计, 密切跟踪新技术在充电桩领域的应用, 做到合理制定方案, 经济合理、节能环保。EA

(收稿日期: 2020.03.14)

(编辑: 朱金凤)